



سلسلة من كل علم خبير

الاكتشافات الكبيرة

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

(١٢)

الآلات الإلكترونية،
لعب علمية جميلة

• شاري "فرنكاي"

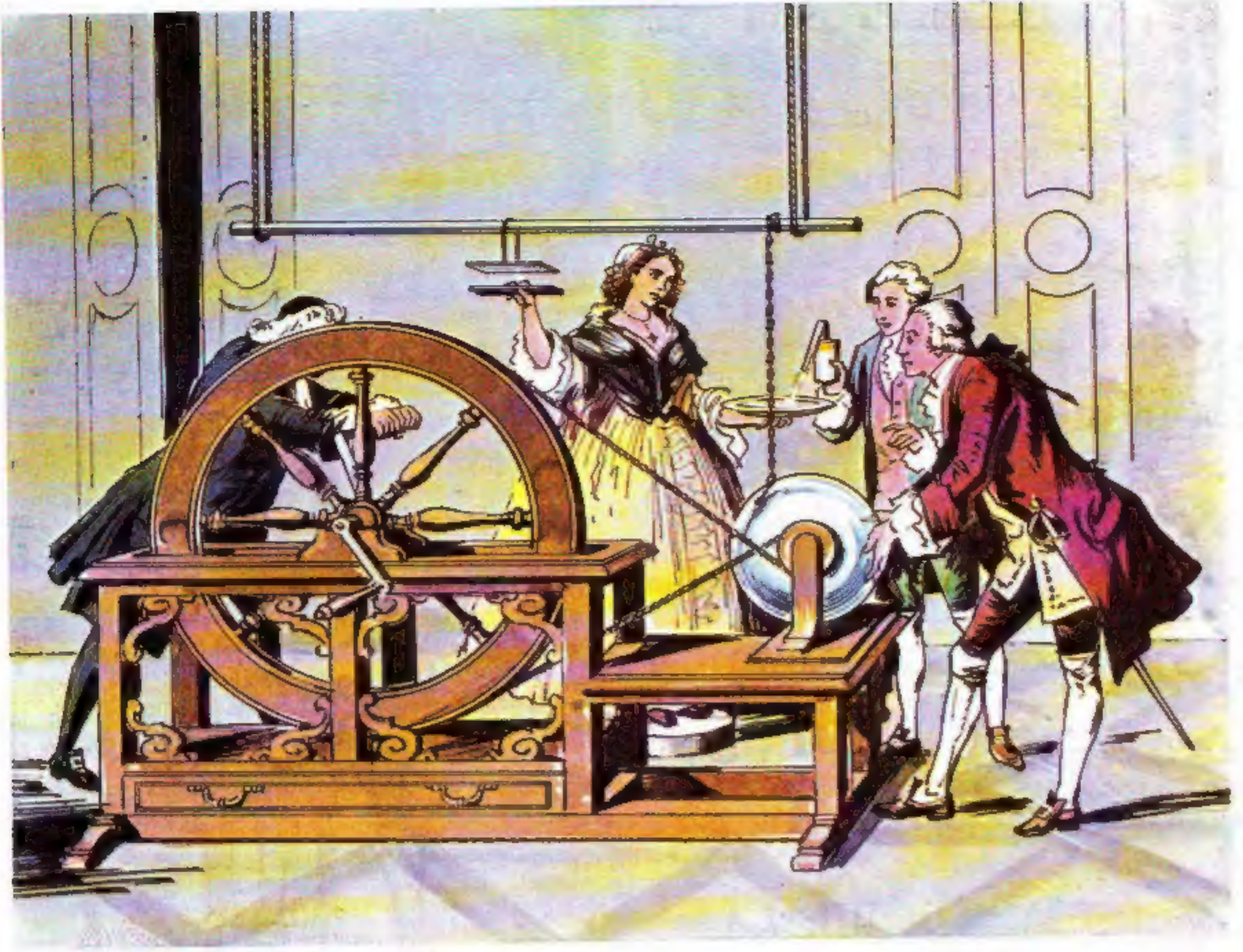
• من النظارات إلى
البالونات الفضائية

مكتبات مكتبة سميث

شارع غورو - بيروت

تلفون ٢٢٦-٨٥ - ٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Lot
Librairie Hachette



اختبار من اختبارات الأب الراهب «نوفي» .

الآلات الكهروستاتيّة ، لعب علميّة جميلة

في هذه الفترة من الزمن تقريباً ،
اكتشف العالم الفرنسي «شارل فرانسوا
دي سيسيرني دي في» ، أن الكهرباء الناتجة
عن حك الزجاج ليست عين الكهرباء
الناتجة عن حك الصمغ ؛ فعُرف بنتيجة
هذا الاكتشاف نوعان من الكهرباء ،
دُعي الأول «الكهرباء الزجاجيّة» ، ودُعي

سنة ١٧٢٩ ، إكتشف العالم الفيزيائيّ
الانكليزيّ «ستيفن غري» ، أن بوسع^(١)
الكهرباء أن تنتقل من جسم إلى جسم .
وكان العلم ، قبله ، قد لاحظ وجود الكهرباء
الستاتيّة ، التي متى وُجدت على بعض
الأجسام ، ظهرت للعيان إمّا بجذب بعض
الأجسام الأخرى ، وإمّا بدفعها .

« أوتو دي غريكه » وجهازه الكهربائي ، وهو عبارة عن كرة من كبريت كان يدورها بواسطة ذراع مدورة يدوية ، ويحك بها يده ، فتجذب اليها قصاصات من الورق والريش .



الثاني « الكهرباء الصمغية » . وكان « دي في » قد وصل الى هذا التقرير^(٢) ، عندما لاحظ أنه ، اذا أدنى^(٣) من أحد الأجسام المكهربة أجساماً أخرى مكهربة أيضاً ، جذب الجسم الأول بعضها ، ودفع بعضها الآخر . فاستنتج من ذلك أن الكهرباء الموجودة على الأجسام المجذوبة ، ليست عين الكهرباء الموجودة على الأجسام المبعدة... في ما بعد ، سيعرف هذا الفرق بتسمية أخرى ، فيقال « كهرباء إيجابية » ، « وكهرباء سلبية » .

إستناداً الى ذينك الاكتشافين ، (وقد قال أولهما بإمكان تكهرب بعض الأجسام ، كالزجاج والصمغ ، عن طريق الحك ؛ وقال ثانيهما بإمكان انتقال الكهرباء من جسم الى آخر ،) كان بوسع علماء القرن الثامن عشر أن يبنوا أولى الآلات المنتجة للكهرباء .

ففي لندن ، لجأ « فرنسيس هوكسي » ، في إنتاج الكهرباء ، الى كرة زجاجية تدور حول محورها العمودي ، مدفوعة بذراع تدوير يدوية . وفي ليبزيغ ، بنى « ونكر » آلة مزودة^(٤) بأربع كرات ، يُدار محورها

٣ - زجاجة « ليدي » ، أول مجمع كهربائي (١٧٤٥) ، طوره « نوني » وحسنه .

الاختبارات مثلاً إنارة بعض الأنابيب
المملوءة بغاز قليل الضغط ؛ أو كهربة
شخص قائم على صحن معزول^(٧) ؛ أو
إشاعة هزات جماعية في أجسام بعض
الأشخاص ، بواسطة زجاجة « ليدي »
الشهيرة ...



قضيب الأيونيت الذي يكفي ان تحكّه على
قطعة من الصوف ...

عام ١٧٦٦ ، صنع الميكانيكي
الانكليزي « جسي رامسدن » أول آلة
ذات صحن : وهي عبارة عن صحن من
زجاج يدور ، فيحتك بربع وسادات من
الجلد مطلية^(٨) بالذهب الخالص ، ومتصلة
بالطرف السلي من الجهاز . أمّا الشحنة
الكهربائية التي كانت تتولد على الصحن ،
فكانت تمرّ ، بواسطة أمشاط ، الى مجمع
يتألف من اسطوانتين من النحاس تُشكّلان
قطب الآلة الأيجابي .



... حتى يتمكن من أن يجذب اليه قصاصات
من الورق الخفيف .

أفل نجم^(٩) هذه الآلات الألكتروستاتيّة
زمناً ، وقد كسفتها تطبيقات الكهروطيسية
والكهرديناميّة ؛ إلّا أنّها عادت فُعرفت
شيئاً من الرواج ، بفضل جهاز « فان دي
غراف » ١٩٣٣ ، الذي استُعمل في العلاج
الطبيّ ، لإنتاج الأشعة المجهولة القاسية ؛
كما استُعمل في الفيزياء النووية ، للحصول
على توترات مباشرة عالية جداً . وفي هذا

إمّا بدواسة ، وإمّا بقوس على طريقة خارط
الخشب . وشرعان ما انتشرت هاتان الآلتان
في أوربّا ، حيث عرفتا رواجاً^(٥) كبيراً .
ذلك أنّ الاختبارات الكهربائية كانت
تحظى بكثير من الاهتمام ، في مختبرات
الفيزياء ؛ وكان الباحثون بحاجة إلى أجهزة^(٦)
مناسبة للتجارب والاختبارات . من تلك

- ١- بوسع الكهرباء : باستطاعة الكهرباء .
 - ٢- التقرير : الاثبات . قرر : أثبت .
 - ٣- أدنى يُدني الشيء : قربه .
 - ٤- مُزوَّدة : مُجهزة .
 - ٥- الرواج : الانتشار .
 - ٦- أجهزة : معدّات ، آلات .
 - ٧- صحن معزول : لا يجري فيه تيار كهربائي .
 - ٨- مَطْلِيَّة : مغطاة بالذهب .
 - ٩- أَقْلَ النجم : غاب .
- المجال يُلجأ عادةً الى مُولّدات قويّة جداً .
أمّا عمل هذه المولّدات فسهل : فهناك كرة جوفاء من نحاس قائمة على عمودٍ عازل . بواسطة كشاط من المطاط ، تتلقّى هذه الكرة الشُحنات الأيجابية التي تُنتجها مولّدة مساعدة . وهكذا يمكن الحصول على توترٍ يساوي مليونين ونصفاً من الفلّطات ، بواسطة كرة لا يتعدّى قطرها الأمتار الثلاثة . ولو أمكن لجهاز ثانٍ مُماثل أن يتلقّى شُحناتٍ إيجابيةً مُماثلة ، لأمكن الوصول الى فارق في القوة بين الكرتين ، يبلغ خمسة ملايين من الفلّطات .

الألكتروستاتيّة على متناول الكل : الشعر يتكهّرب تحت لمسات الفرشاة ...



- ١- كيف تظهر الكهرباء الستاتيّة ؟
- ٢- كيف تستطيع أن تختبر ذلك بنفسك ؟
- ٣- ماذا اكتشف « ستيفن غري » ؟
- ٤- ماذا اكتشف « دي في » ؟
- ٥- كيف أنتج « هوكسي » الكهرباء ؟
- ٦- أين استعمل جهاز « فان دي غراف » ؟

قصر في حماية شاري . يستطيع هوائي التلفزيون
الموصول بالارض أن يقوم بدور الشاري .

شاري "فرنكلين"

عُرِف « بنيامين فرنكلين » (١٧٠٦ - ١٧٩٠)
بأنّه عالم ، ومفكّر ، وكاتب أخلاقي ، وطابع ، وناشر ، ومهندس مدني ،
ومؤسس لأول مركز للمطالعة في اميركا ،
وللأكاديمية التي ستغدو جامعة بنسلفانيا .
ولقد قضى تسع سنوات في باريس حيث
مثل جمهورية الولايات المتحدة الفتية ^(١) .
صحيح أنّ المستعمرات الانكليزية ، في
أميركا ، قد دانت ^(٢) له بفضل استقلالها ؛
الّا أنّ الشهرة العالمية التي حظي ^(٣) بها هذا
الرجل ، وهو ابن صانع بسيط للشموع
في مدينة « بوسطن » ، تعود أولاً الى أنّه قد



أثبت أصل الصاعقة الكهربائي ، واخترع وسيلة لأتقاء شرّها .

كان فرنكلين قد روى في كتابه المعروف : « اختبارات وملاحظات » ، والذي طلب « بوفون » نقله الى الفرنسية ، طريقة اكتشافه « القدرة المدهشة التي تتمتع بها الأجسام الحادة المسننة ، في نقل اللعبة الكهربائية الى الأجسام الأخرى ، وفي سحبها منها .

بعدما لاحظ فرنكلين عدداً لا بأس به من أوجه الشبه ، البادية بين الصاعقة والسائب^(٤) الكهربائي ، تساءل عما إذا كان البرق الجوي قابلاً ، هو الآخر ، لأن تجذبهُ الرؤوسُ المسننة . وخطر بباله اختبار عرض فكرته على الجمعية الملكية في لندن . قوامُ هذا الاختبار ، أن يُنصب قضيبٌ من الحديد في أعلى بُرج ، وأن يُقرب منه ، في أثناء العاصفة ، قضيبٌ معدني آخر ... كان فرنكلين يعتقد أن شرارة لا بد أن تتولد إذ ذاك بين القضيبين ، لم يُعر العلماء الأنكليز هذا الاقتراح أذناً صاغية ، أمّا العالمُ الفيزيائي الفرنسي « دالبار » ، فقد اهتم به ، وحققه بنجاحٍ مُخيف ، على سطح بيته في « مرلي » !

وفي سبيل الوصول الى مناطق جوية أكثر تعرّضاً للصواعق والعواصف ، اتخذ فرنكلين طيارة اللعب وسيلة للاختبار ، فجعلها شارباً متجولاً ، وواقيةً متحركة ... ففيما كانت هذه الطيارة المكسوة بالحرير ، تمرُّ بالقرب من إحدى الغيوم المشحونة بالكهرباء ، أدنى^(٥) من خيط القنب ، الذي كان يُمسك الطيارة ، مفتاحاً من حديد . وحدث ما كان يتوقّعه^(٦) ، فإذا به يُشاهد شرارات كهربائية تتولد ، وتزداد تواتراً وقوةً ، مع انفجار العاصفة ، وتبطل خيط القنب الذي كان يقوم بدور السلك الناقل للكهرباء التي كانت تتولد على مستوى الغيوم .

ما كاد فرنكلين يُثبت هذه الظاهرة بالتجربة والاختبار ، حتى ارتفعت القضبان المعدنية الواقية ، فوق السطوح . وبلغ الهوس من البعض حدّاً حملهم على تزويد المطريّات^(٧) ، وحتى القبّعات ، بواقيات تصلّها بالأرض سلاسل من فضة . ممّا حمل الكاتب الألماني الفكه « لختنبرغ » ، وهو معاصرُ رجلنا العظيم ، على القول : « كان بوسعنا ، عند وفاة فرنكلين ، أن نعصب الشراة^(٨) الواقية من الصواعق

بعضائب الحداد . « أمّا « ريفارول » الكاتبُ
الفكهُ الآخر ، فقد قال : « عندما تُرْعِدُ
السماء ، أنظر الى المُوسَّوس من ناحية ،
والى العالم من ناحية أخرى : أمّا الأوّل
فيلجأ الى التمايُم^(٩) والتعاويد^(١٠) ، وأمّا
الثاني فإلى الشاري ... »

لا يزالُ الشاري يقومُ بخدماته القيّمة ،
فيحمي منازلنا وأبنيتنا من انفجارات الغيوم
الرهيبية . هذا ، وقد اعتُمدت ، في أيّامنا ،
واقياتٌ خاصّة ، هي بمثابة قاطعاتِ
تيّار ، تقي الأجهزة والأسلاك الكهربائيّة ،
من التوتّرات الفضائيّة الخطّرة .

إحدى تجارب فرنكلين التي اعتمد فيها طيّارة
اللعب . يُدني العالم من المفتاح المتوسط بين الخيط الحامل
للكهرباء وشريط الحرير الذي يُمسك به ابنه ، زجاجة
من زجاجات ليدي ، فتشحن الزجاجة بالكهرباء .



شاري الأنيقات والأنيقين النقال ، في القرن الثامن عشر .



الاسئلة

التفسير

- ١- ما هو الشاري ؟
- ٢- ما هو أصل « بنيامين فرنكلين » ؟ بم عرف ؟
- ٣- ما هو أكبر أسباب شهرته العالمية .
- ٤- ماذا اكتشف فرنكلين بشأن الاجسام الحادة ؟
- ٥- أية فكرة خطرت له ، بشأن البرق والصاعقة ؟
- ٦- ما الاختبار الذي عرضه على الجمعية الملكية ؟
- ٧- من حقق هذا الاختبار ؟
- ٨- كيف ولد فرنكلين الشرارة من الغيوم ؟
- ٩- صف الاختبار الذي رأيت رسمه في هذا الفصل .
- ١٠- كيف ظهر هوسُ أبناء القرن الثامن عشر بشاري فرنكلين ؟

- ١- الفتية : الجديدة ، الحديثة العهد .
- ٢- دانت له بالفضل : اعترفت له بالفضل .
- ٣- حظي بالشهرة : نالها .
- ٤- السائب الكهربائي : التيار الكهربائي .
- ٥- أدنى الشيء : قربه .
- ٦- يتوقع الأمر : ينتظر حدوثه .
- ٧- المطريّات : الشّمسّيات الواقعة من المطر .
- ٨- الشّراة : جمع الشاري وهو القضيب الواقي من الصواعق .
- ٩- التماثم : جمع تميمة : خرزة او شبهها تعلّق في العنق دفعاً للعين .
- ١٠- التعاويذ : جمع تعويذ : بمعنى التماثم .

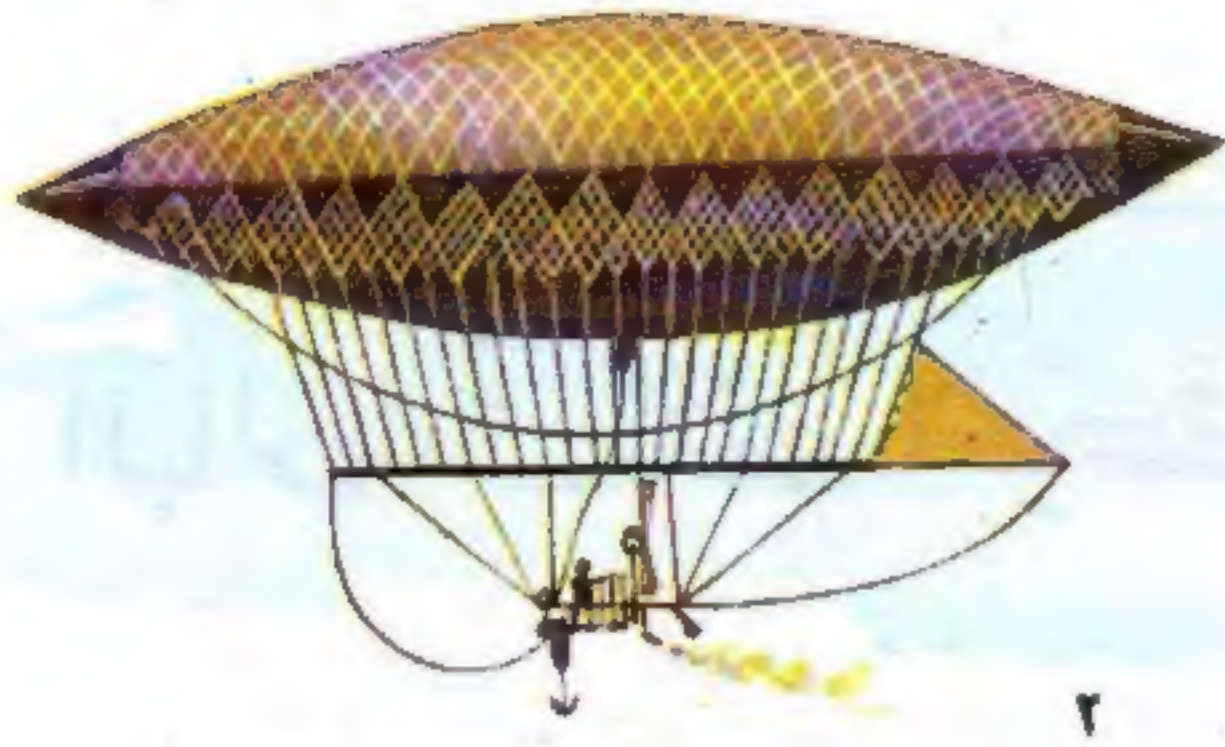
في فرساي ، ١٩ أيلول ١٧٨٣ ، ارتفاع المنغلفيارة ،
ذلك المنطاد البديع الذي أقلَّ رواد الفضاء الأوائل ،
في العالم : خروفاً وديكاً وبطة .

مِنَ الْمِنطَادِ إِلَى الْبَالُونَاتِ الْفَضَائِيَّةِ

كان ابنا « بيار دي مُنغُلفِييه » ، وراق
مدينة « أنوني » المعروف ، الذي ذاع صيته^(١)
في أوروبا كلها ، يتفاهمان كلَّ التفاهم ،
ويكملُّ واحدُهما الآخر : كان جوزف
(١٧٤٠ - ١٨١٠) فياضَ المخيلة ؛ وكان
« إيتيان » ، اخوه الأصغر ، (١٧٤٥ -
١٧٩٩) مهندساً معماراً لامعاً ، وعالمياً
رياضياً مقدّراً .

وقف جوزف يوماً يتأملُ لوحةً تُمثلُ
« حصار جبل طارق » ، الذي استحالت
إغاثته^(٢) عن طريق البرّ ، كما استحالت
عن طريق البحر . وبغته ، خطر بباله هذا
السؤال : « وماذا ، لو كان بالأمكان ،
الانتقالُ على طريقة الغيوم والسحب ؟ ... »
وأخذتْ خاطرته^(٣) تُحاولُ التجسّدَ^(٤) بشكلٍ
عمليٍّ : لا بدَّ من محاولة تقليد هذه السحب
في أسفارها . لا بدَّ من التوصلِ إلى بناءٍ
ما يساوي سحابة ...





١ - بالون كلاسيكي كروي الشكل .

٢ - منطاد جفّار القابل للتوجيه ، وقد زُوّد بآلة بخاريّة تحرك المروحة ، وبدفّة موجهة (١٨٥٢) .

يتحقّق : فما احترق هذان الجسمان ، تحت غلاف من الورق ، حتى ارتفع الغلاف بسرعة ! إعتقد الأخوان مُنغلّفييه أنّهما قد اكتشفاً غازاً جديداً ذا خصائص^(٧) كهربائيّة ؛ ولكنّهما كانا على خطأ . كلّ ما حصل ، أنّ هواء الغلاف قد سخن ، فتمدّد فصار أخفّ من الهواء المحيط بغلاف الورق ، فارتفع الغلاف بعنف . حسن جوزف وإتيان جهازهما ، فحلّ الحرير محلّ الورق ، ثمّ حلّ الكتان محلّ الحرير .

في ٥ حزيران ١٧٨٣ ، واجه الأخوان مُنغلّفييه جمهور مدينة «أنوني» بكُرّة بلغ قطرها اثني عشر متراً . كان لا بدّ من

أولّ ما خطر بباله ، في مجال التنفيذ ، أنّ يلجأ الى بُخار الماء ، طالما أنّ السحابة مؤلّفة من بُخار ماء . وانصرف الأخوان ، جوزف وإتيان ، الى العمل . فملاً بالبُخار كيساً من ورق خفيف ، ولكنّ الكيس لم يرتفع إلا لحظة تكاثف^(٥) فيها البُخار ، فأثقله . أيلجآن الى الدُخان المتصاعد من احتراق الحطب ؟ ولكنّه سرعان ما يبرّد أمّا الهيدروجين ، فإنّه يتسرّب^(٦) من خلال الورق ، ويضيع في الهواء .

وهكذا نقلت التجربةُ الأخوين ، من اختبار الى اختبار ، حتّى خطر ببالهما أنّ يُحرقا القشّ الرطب والصوف . وإذا بالنجاح

ثمانية رجال لإمساكها ، ولما أُفِلَّت ،
ارتفعت حتى الغيوم . ففرح الجمهور وذَهَل ؛
وانتشر الدهول في كلِّ مكان . فقرَّرت
أكاديمية العلوم إعادة الاختبار في باريس ،
تحت إشراف العالم الفيزيائي شارل .

جرت المحاولة الأولى في ساحة مارس .
في ٢٧ آب ، أمام جمهور احتشد فيه
ثلاث مئة ألف شخص ، أي ما يعادل
نصف سكان العاصمة ، في ذلك الوقت .
أُفِلَّت البالون ، عندما أشارت بذلك طَلْقَةُ
مدفع ، فارتفع الى علو شاهق ، في مدَّة
دقيقتين ؛ ثم ابتعد ، وسقط على بُعد
خمسة أميال ، في أحد الحقول ، حيثُ
مزَّقه القرويون شرَّ تمزيق ، وكان الخوف
قد استبدَّ بهم^(٨) ، لظنهم أنَّه القمر ،
وأنَّه قد انقضَّ^(٩) عليهم .

وفي ١٩ أيلول من السنة عينها ، في
فرساي ، وبحضور الملك وافراده الحاشية ،
ارتفع في الفضاء بالون أزرق مذهَّب زينتَه
الرسوم ، حاملاً رواد الفضاء الأوائل :
خروفاً وديكاً وبطة ، ما لبثوا أن استعيدوا
أحياء في غاب « فوكرشون » . بعد ذلك
بقليل ، ستحمل المنغلفيارة مركيز « أَرلانْد »
و« بيلاتر دي رُوزيه » .

ستتعاقب^(١٠) محاولات الارتقاء في
الجو ، وسينتهي بعضها بالفواجع^(١١) ،
إلا أنَّ البالونات والمناطيد ، حرَّة كانت
أم أسيرة ، ستلعب دوراً هاماً ، وبخاصَّةٍ
في أثناء الحروب . وستغدو المناطيد المسيرة ،
والزبليات الضخمة سفناً هوائية حقَّة .

إعتقدَ الناس أنَّ الطائرات والصواريخ
والأقمار الاصطناعية ، ستقضي على المنطاد ؛

منطاد هِنْدِنِبرْغ الضخم .



ولكن شيئاً من ذلك ما حصل . ذلك أن إنجازات المنطاد ومآثره قد ازدادت ، بفضل الغلافات التي وفّرتها له المواد اللدنة^(١٢) ، فمكّنته في الوقت الحاضر من الارتفاع الى الفضاء الأعلى ؛ ممّا وفّر له انطلاقةً غيرَ منتظرة جعلته يُقدّم لمراقبة الأحوال الجوية ، وللبحث الفضائي والفلكي ، خدماتٍ كثيرةً جليّة .



بالون أسير ذو سَلَتَيْن .

التفسير

١- ذاع صيته : انتشر صيته ، عُرِف .

٢- استحالت إغاثته : صارت اعانته مستحيلة .

٣- الخاطرة : الفكرة .

٤- التجسّد : التنفيذ ، التطبيق الحسي .

٥- تكاثف البخار : عاد ماء .

٦- تسرّب الغاز : مرّ من خلال حاجز .

٧- خصائص : صفات .

٨- استبدّ الخوف بهم : تملّكهم .

٩- انقضّ عليهم : سقط عليهم .

١٠- ستتعاقب : ستتابع .

١١- الفواجع : جمع فاجعة : مصيبة مؤلمة .

١٢- المواد اللدنة : المواد البلاستيكية .

الاسئلة

١- من هما « الأخوان منغلفيه » ؟ وكيف يتكاملان ؟

٢- ما المناسبة التي أوحّت الى جوزف بفكرة الانتقال في الجو .

٣- صف محاولة الأخوين الأولى ، وشرح سبب إخفاقها .

٤- ألا يصلح الهيدروجين لنفخ المنطاد ؟

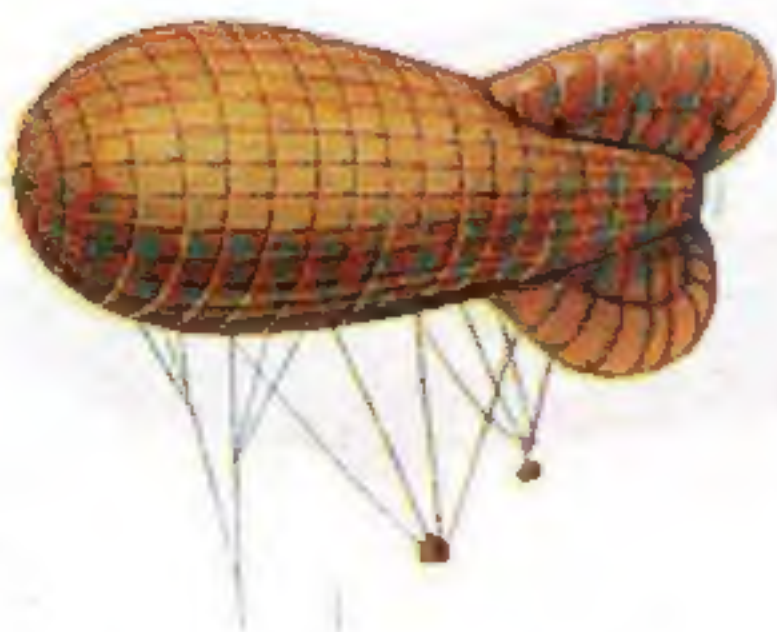
٥- ماذا اعتقد الاخوان منغلفيه ، بنجاح محاولتهما ؟

٦- كيف يفسّر نجاح هذه التجربة ؟

٧- من هم أول رواد حملهم منطاد فرساي ؟

٨- هل قضت الطائرات والصواريخ على المنطاد ؟

بالون لسبر الأشعة .



ولادة حضارة

- ١ - من المبرم المقطوع إلى مكائن الصناعة ذات الذاكرة • السيطرة على النار • ولادة الكتابة
- ٢ - الزجاج مادة شفافة • الدولاب جهاز نقل • طائرة الورق • أكثر من لعبة بسيطة
- ٣ - آلات قياس الوقت • الورق • مطية الفكر • الطرقات • سبل اتصال بين الشعوب
- ٤ - السيطرة على المعادن • المرأة : من دنيا التزيج إلى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرك
- ٥ - من النظارتين إلى المنظار إلى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحركنا من الأرض • الصابون والظفائف للناس

التقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة

- ٦ - الطبعة الماية والطبعة الرواية • البارود • الطباعة من عهد غوتنبرغ إلى ... غد
- ٧ - الأسلحة النارية عدة هلاك • البوصلة • طرق الكتفين • في طقم الفرس • خلاص المرهقين
- ٨ - "دولاب بسكال" هذه الآلات الحاسبة الإلكترونية • من الظلة إلى الدبابة • آلات إمداد الفراخ
- ٩ - التحرك على وسادة من هواء • المهرج في سيطرته على المتاهي الصفر • ميزان الضغط

من الحرف اليدوية إلى الصناعة

- ١٠ - الآلة البخارية • من المراكب البخارية الأولى إلى السفن الحديثة • من "الصحافة" إلى "الصاعقة"
- ١١ - المروعة وانطلاق المدمجة ... • من عربة كونيغ • البخارية إلى سيارتنا • غاز الإضاءة ...
- ١٢ - الآلات الإلكترونية • شاري "فرنكلين" • من المنظار إلى البالونات الفضائية
- ١٣ - تلفاز "شاپ" • من الفصح البدائي إلى نول الحياكة • النجاعة الأولى وذريتها
- ١٤ - بطارية "فولتا" • عبادات الثقاب • السمكة المديرة • القاطرة البخارية
- ١٥ - "لينيك" و "الستيكوب" • على المحفزات التي تعتمد بالمليارات • التربينات في العمل
- ١٦ - التلفاز الكهربائي يمتد رسام ... آلة المياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء
- ١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجر يجهز ملايين السيارات • التبجج المحذر

العالم يُبدل معالم وجهه

- ١٨ - الديناميت للسر والضرار • حفراً بار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطباعة الإلكترونية
- ١٩ - صناعة البذر • الدينامو مولد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد إلى اللدائن
- ٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • التزام القاطرة الكهربائية
- ٢١ - سلسلة البذر • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الهادي إلى الإلكترونيات
- ٢٢ - محجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر المدبر في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة
- ٢٣ - من الفيلستوكوب إلى السيناسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يحقق بالأمال الرهبة
- ٢٤ - محرك ديزل يمتد من قيادة • الاتصالات البعيدة التي تنتقل على موجات الأثير • البليستوغراف
- ٢٥ - زجاج لا يهجم • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة

من الذرة إلى الفضاء

- ٢٦ - اكتشاف الجزيئات الدقيقة • المرفعة الذرية • المهرج الإلكتروني عين قارة على روية الفيزياء
- ٢٧ - الرادار الساحر • من الأبنيق القديم إلى أبحاث مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
- ٢٨ - الترنزستور والترنستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تهرج في طاقة الشمس

أرسي القرن الثامن عشر علم الكهرباء ، وأطلق أولى السفن البخارية ،
والمشاييد والعواصف الأولى . وشاهد القرن التاسع عشر الثورة الصناعية
بفضل البخار والكهرباء والآلة . فيما تكاثرت الاختراعات من كل نوع :
من القاطرة والسكة الحديدية الثقاب ، ومن التلفاز إلى التصوير
الشمسي . ومن الدراجة إلى التربية ...